Untersuchung

über

die Histologie der Hornhaut.

Der medicinischen Facultät der Universität Rostock

als

Habilitations-Schrift

vorgelegt

von

Dr. August Classen,

Assistent der chirurgischen Klinik

aus Frankfurt a. M.

Rostock, 1858.

Stiller'sche Hof-Buchhandlung.

(Hermann Schmidt.)

Untersuchung

über die Histologie der Hornhaut.

Wohl könnte man glauben, dass nach so vielen fleissigen neuern Untersuchungen die Frage nach der histologischen Bildung der Cornea abgeschlossen sei. Allein der Anfänger möge nur versuchen, bei den Meistern der Wissenschaft sich Rath und Aufklärung über die Sache zu holen, und nur zu bald wird er erfahren, in welch' unheilvoller Verwirrung heute noch die Frage über die cornea und sclerotica, wie über die Natur des Bindegewebs überhaupt verwickelt ist. Oder woran soll man sich halten, wenn *Virchow, Strube, Kölliker, Leidig, His* u. a. ein System kernhaltiger verästelter Zellen, die die höchste Bedeutung für das Leben des Gewebes unter physiologischen und pathologischen Verhältnissen haben, in die cornea versetzen, die *Henle* für blosse Lücken und Spalten zwischen den Lamellen erklärt, in denen bedeutungslose Kerne liegen?

Die Ansichten jener Forscher gehen im Wesentlichen darauf hinaus, den Charakter des Cornengewebes

mit dem Charakter des Bindegewebes morphologisch zu identificiren. *Virchow* und *Strube* *) lassen demgemäss die Zellen ein anastomosirendes Netzwerk von Kanälen bilden, das aus dem Verschmelzen der Zellenausläufer mit einander hervorgegangen und zur Fortleitung des Nahrungssaftes durch alle Theile dient. Die Zellenkörper sind gleichsam nur spindel- oder sternförmige Erweiterungen dieses Kanalsystems, in welchen die Kerne liegen. Die umgebende Grundsubstanz ist gleichmässig hyalin und bietet keine andere Lücken oder Spalten dar, als die durch diese Zellen und ihre Ausläufer ausgefüllten. Ihre schichtförmige Anordnung und Tendenz in Lamellen und Fasern zu zerreissen wird durch diese Zellen bedingt und deutet nicht auf ein ursprüngliches Vorhandensein von Lamellen oder Fasern, aus denen die Grundsubstanz etwa zusammengesetzt wäre.

Um zu beweisen, dass diese Zellen mit ihren hohlen Ausläufern wirklich als vasa serosa fungirten und als solche in offener Kommunikation mit den Blutgefässen ständen, suchte *Coccius* **) sie von diesen aus zu injiciren. Er brachte an frischen blutgefüllten Hornhäuten einen Druck auf die Randkapillaren an und trieb die Blutkörperchen so in Räume hinein, die er mit jenen Zellen identificirte. Seine Arbeit ist nur deswegen

---

*) Inauguraldissertation, Würzburg 1851.

**) Ueber die Ernährungsweise der Hornhaut und die serum führenden Gefässe. 1852.

für den beabsichtigten Zweck nicht beweisend, weil es an einer genauen histologischen Untersuchung, ob seine Räume wirklich Zellen oder Lücken in der Substanz der Cornea seien, fehlt. Ebenso injicirte *v. Wittich**) spindelförmige Räume in der Corneasubstanz mit Indigokörnchen, deren Zellennatur durch diese Injectionen gewiss nicht bewiesen wird. Wenn man ohne Weiteres voraussetzt, dass jeder Hohlraum in der ungezerrten Cornea einem Zellkörper oder dessen Ausläufer angehöre, so bestätigen diese Injectionen freilich das zahlreiche Vorhandensein solcher Zellen durch die ganze Cornea hindurch. Bemerkenswerth ist übrigens die Beobachtung *v. Wittich's*, dass er seine ziemlich langen spindelförmigen Zellen in der Cornea fast vollkommen parallel, aber in zwei Hauptrichtungen aufeinander senkrecht stehend, verlaufen sah. Die verschiedenen Richtungen gehörten dabei verschiedenen übereinanderliegenden Schichten an. Wir werden später auf diese Thatsache zurückkommen müssen. Aber der Beweis für die Zellennatur dieser spindelförmigen Räume ist hier nicht geliefert.

Auf diese Frage ist *His* in ausführlichen Untersuchungen genauer eingegangen.**) Ihm ist die Grundsubstanz der Cornea auch ursprünglich vollkommen homogen, und erhält in ihrer weitern Entwickelung im Leben erst eine fakultative Spaltbarkeit nach ge-

---

*) Bindegewebs-, Fett- und Pigmentzellen, im Archiv für path. Anatomie v. *Virchow*. IX. p. 185 ff.

**) Beiträge zur norm. und pathol. Histologie der Cornea. Basel 1856.

wissen Richtungen, die in genauster Beziehung zur Richtung des Längendurchmessers der eingelagerten Zellen stehen.

An sorgfältig bereiteten frischen Schnitten gewahrt man nach ihm durchaus keine Lücken in der Substanz und findet nur das von *Virchow* zuerst beschriebene Netz anastomosirender Zellen als Unterbrechung der homogenen Masse. Die Zellen sind aber so gelagert, dass sie die Grundsubstanz in platte Bänder von einer gewissen Breite (0,002—0,004‴ dick und 0,04—0,12‴ breit) und unbestimmter Länge trennen, die mit einander unter nahezu rechten Winkeln sich verflechten und im Allgemeinen in parallelen Schichten übereinander gelagert sind. Diese Bänder, von *His* Lamellen genannt, sind übrigens nach ihm nur das Resultat einer molekulären Anordnung in der ursprünglich homogenen Grundsubstanz, durch die Richtung der Zellen bedingt und erst nach dem Tode und nach der Behandlung der Cornea mit verschiedenen Reagentien tritt eine wirkliche Deshiscenz dieser Lamellen ein, zum Unterschied von der Sclera und anderen bindegewebigen Organen, in denen eine solche innere Deshiscenz der Grundsubstanz schon während des Lebens mehr oder weniger frühzeitig auftritt, und den opaken Character bedingt. Die Körperchen der Cornea gehören nach *His* zu den ausgezeichnetsten Gewebselementen des thierischen Organismus, indem sie „mit andern zelligen Theilen in allen wesentlichen Punkten übereinstimmend, sich in specie durch einen abgeplatteten, meist ziemlich umfänglichen Zellkörper und eine nach verschiedenen Verhältnissen

wechselnde Menge von Ausläufern charakterisiren.“ Sie liegen zwischen den Lamellen, und die röhrenförmigen mit einander reichlich anastomosirenden Ausläufer liegen theils in einer Ebne mit dem Zellkörper, parallel mit der drüber und drunter liegenden Lamelle, theils verlassen sie diese Ebne in schiefen Winkeln. In der Richtung der Längsachse pflegen nur ein oder zwei Ausläufer, in der der Querachse drei bis fünfe auszustrahlen, zuweilen auch so, dass mehrere aus einem Stamme hervorgehen.

Die Zelle hat einen wenigstens im Leben flüssigen Inhalt und einen rundlichen Kern, die unter pathologischen Verhältnissen zusammen Veranlassung zu endogener Kern- und Zellenbildung geben. In koncentrirten Mineralsäuren soll sich die Grundsubstanz langsam völlig lösen, während die Zellen allein mit der *Descemet'schen* Haut zurückbleiben, erst nach Verlauf einiger Tage werden auch diese aufgelöst. Ebenso durch anhaltendes Kochen sollen die Zellen als zusammenhängendes Gerüst sich isoliren lassen. Die völlige Uebereinstimmung der Zellen mit den *Virchow'schen* Bindegewebskörperchen wird nach *His* noch dadurch unterstützt, dass sie aus denselben embryonalen Elementen wie diese hervorgehen. Aus einem dreimonatlichen menschlichen fötus und einem dreizölligen Rindsembryo bildet er jene bekannten überall im embryonalen Bindegewebe vorkommenden spindel- und sternförmigen Körper mit ovalen grossen Kernen als isolirte Zellen ab.

Seine Theorie über die Funktion dieser Zellen, die er sowohl mechanisch wie dynamisch Vermittler und Regulatoren der Ernährung des Gewebes sein lässt,

geräth besonders in einem Punkte in Widerspruch mit sich selbst, der auch von *Henle**) und *Dornblüth***) bereits genügend hervorgehoben ist. Nämlich im areus senilis, wo die Zellen fettig degeneriren, findet *His* den Beweis, dass auch bei ausgedehnter Atrophie der Zellen es so lange noch nicht zur Geschwürbildung komme, als die Intercellularsubstanz noch nicht erweicht sei, während er vorher eben die Theilung, Vermehrung und Atrophie der Zellen als wesentlichste Erscheinung bei der Entzündung, Erweichung und Geschwürsbildung betrachtet hatte, von der das Verhalten der Intercellularsubstanz bedingt sein sollte.

Wesentlich abweichend von dieser *Virchow'schen* Auffassungsweise, die *His* am weitesten ausgebildet, stellte *Donders****) die Körperchen der Cornea in eine Reihe mit seinen elastischen Faserzellen. Zellen waren sie auch ihm auf Grund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften, die eine Analogie mit der Pflanzenzellulose zu bieten schien, aber nicht als kommunicirendes saftleitendes Kanalsystem, sondern als zu elastischen Fasern ausgewachsene Zellmembranen mit mehr oder weniger verkümmerten Kernen. Nach *Donders* üben sie keinen bestimmenden Einfluss auf die Spaltrichtung und Anordnung der Intercellularsubstanz, sondern werden vielmehr selbst in ihrer Form durch äussere Einflüsse bestimmt.

---

*) Bericht über d. Fortschr. d. Anat. v. 1856.

**) Ueber den Bau der Cornea, Nachtrag; in *Henle* u. *Pfeuffer's* Arch. f. rat. Heilk. VIII. 1856.

***) Zeitschr. für wissensch. Zoologie. III. 1852.

Allen diesen Ansichten gegenüber, die nicht allein von der reinen Beobachtung ausgehen, sondern zum Theil nur durch theoretische Auffassungen und allgemeine Principien über die Bildung der Bindesubstanzen überhaupt gestützt werden, hält *Henle* an den Ergebnissen genauster Beobachtungen fest. Ihm ist die Cornea aus streng parallel aufeinander geschichteten Lamellen zusammengesetzt, und zwar zeigen sich dem Auge zunächst und am leichtesten einige 60 dickere Lamellen, wie sie *Bowman* *) beschrieb, die zwischen sich häufig Lücken lassen, in denen kernartige Gebilde und sternförmige Körperchen liegen. Jede dieser gröbern Lamellen zerfällt aber wieder in 4 bis 5 feinere ganz homogene dicht mit einander verklebte, so dass die Zahl im Ganzen auf ungefähr 300 zu taxiren ist. Von dem mit reichlichen elastischen Fasern versehenen Gewebe der Sklerotika her steigen schräg gegen die *Bowman'sche* Lamelle elastische Fasern, die Lamellen durchsetzend, aufwärts, und eben von jener aus strahlen breite elastische Fasern senkrecht in die Substanz der Cornea, in der sie sich büschelförmig ausbreiten und verlieren, die sogenannten *Bowman'schen* Stützfasern.

Die Corneal tubes, die Kanäle, die *Bowman* mit Quecksilber injicirte, sind nur Interlamellarlücken, die durch den mechanischen Einfluss des Quecksilbers erweitert wurden. Ebenso sind jene Injectionspräparate von *Coccius* und *v. Wittich* für *Henle* Lücken, denen er im normalen Zustand eine Bedeutung für die Fortleitung des Ernährungssaftes zuschreibt. Nur im embryonalen

*) Lect. on the eye 1845.

Zustand findet er in ihnen grosse Kerne, *) die so wie die Lamellen an Masse und Festigkeit zunehmen, schrumpfen und in der erwachsenen Cornea nur als jene wahrscheinlich bedeutungslosen sternförmigen Gebilde in den Lücken angetroffen werden. Alles was *Virchow* und die Anhänger und Ausbilder seiner Ansicht als Zellen mit hohlen anastomosirenden Ausläufern beschreiben, ist für *Henle* aus einer Verwechslung der Zellmembranen mit den Grenzen dieser Lücken und zwischen Zellenkernen und runden oder sternförmigen Körperchen innerhalb der Lücken entstanden, und somit fielen auch alle hierauf begründeten cellularpathologischen Theorien.

Die ausführlichen Beschreibungen der Corneakörperchen von *His* sind allerdings nicht zu leugnen, allein sie sind auch das Einzige, was *Henle* an der Arbeit von *His* gelten lässt. **) Seiner Beschreibung der Intercellularsubstanz, die *His* meistens an gequollnen in Holzessig aufbewahrten Präparaten studirte, spricht *Henle* eben wegen dieser Methode die Beweiskraft ab, da durch die Aufquellung die Anordnung der Elemente verschoben, die Einsicht in ihren Zusammenhang verwirrt werden müsse. Er setzt ihr die Methode des Trocknens entgegen, wobei man allerdings von getrockneten Hornhäuten die allerfeinsten Schnittchen gewinnen kann, die mit Wasser oder verdünnter Essigsäure zu ihrem normalen Volum aufquellen. Bei der Schilderung der Vorgänge an und in den Hornhautkörperchen, die *His* in gereizten und

*) Arch. f. rat. Med. III. p. 224.

**) Ber. üb. d. Fortschr. 1856.

entzündlichen Zustand versetzte, kommt *Henle* auf die Verwechslung mit Lücken zurück und findet die Beobachtungen durch den Einfluss des anatomischen und pathologischen Vorurtheils von den *Virchow'schen* Bindegewebskörperchen und ihrer funktionellen Bedeutung bestimmt.

Die Beobachtungen *Henle's* in Betreff der lamellären Structur der Cornea und dem Verhältniss ihrer Grenzhäute und Stützfasern u. s. w. sind durch *Dornblüth.**) im weitesten Sinne durch Untersuchungen an vielen Thier- und Menschenaugen bestätigt und durch sehr instructive Abbildungen erläutert worden. Er benutzte auch hauptsächlich getrocknete Präparate, »weil bei keinem andern Verfahren die wechselseitige Lage der Theile so wenig verändert wird.«

Auf der andern Seite ist in die meisten histologischen und ophthalmologischen Handbücher *(Kölliker, Leidig, Pilz)* der Neuzeit die *Virchow'sche* Auffassung der Corneazellen, von *Kölliker* Saftzellen genannt, übergegangen.

Um nun über die Natur dieser Zellen, von denen auf der einen Seite so viel Wichtiges und Merkwürdiges ausgesagt wird, und die *Henle* so geringschätzig behandelt, ins Klare zu kommen, ist es leicht begreiflich, dass es nicht genügt, sie durch Säuren oder Kochen zu isoliren. Isolirt man die sternförmigen Körperchen, deren Exsistenz kein neuerer Beobachter

---

*) Ueber den Bau der Cornea oculi in *Henle* und *Pfeuffer's* Arch. VII. p. 212. VIII. p. 156.

leugnet, so bleibt doch immer noch ein weiter Spielraum zur Verwechslung zwischen einem anastomosirenden Zellennetz und interlamellären Lücken, in denen die Körperchen liegen. Es muss bewiesen werden, dass die Zellen wirklich das Einzige sind, was die Lamellen von einander scheidet, dass sich deutlich Membran, Inhalt und Kern an ihnen unterscheiden lassen, und dass ihre Ausläufer als hohle Kanäle mit einander zusammenhängen. Es ist nun in der That nicht schwer, darüber klar zu werden, dass die von *Kölliker*, *) *Pilz* **) und *Leidig* ***) gegebenen Abbildungen der Zellen auf dem vertikalen Durchschnitt auf einer Verwechslung mit Lücken beruhen. Ganz ähnliche Bilder bekommt man sehr häufig bei jeder Behandlungsweise der Cornea. Man sieht die *Bowman'schen* Lamellen theils durch Linien, theils durch Spalten von einander getrennt und in den Spalten tauchen dunkle, feine Gebilde auf, über deren Natur es wegen der stark lichtbrechenden Eigenschaften der Grundsubstanz nicht leicht ist, ins Klare zu kommen. Sie werden als Kerne gedeutet, obwohl sie schwerlich je mit so scharfen rundlichen oder ovalen Contouren hervortreten, wie namentlich in der *Kölliker'schen* Abbildung. Der Parallelismus ist auf einiger Massen gequollenen Schnittchen unter den Lamellen niemals strenge und Fäserchen oder Linien, die dieselben schräg oder quer durch-

---

*) Handbuch der Gewebelehre. 1855. Fig. 305.

**) Lehrbuch der Augenheilk. 1. Lief. 1857.

***) Lehrbuch der Histol. des Mensch. u. d. Thiere. 1857.

setzen, werden dann als Ausläufer der Zellen gedeutet. Es kann aber über die Deutung der Erscheinungen, die als Zellen mit durchsichtigem Inhalt aufgefasst werden, gar kein Zweifel sein, wenn man bei seitlicher Beleuchtung aufmerksam die Vertheilung von Licht und Schatten beobachtet. Man wird sie als Lücken oder Spalten deswegen denten müssen, weil stets die dem einfallenden Licht zugekehrte Seite beschattet, die andre erhellt ist, was sich umgekehrt verhalten müsste, wenn man es mit Zellmembranen zu thun hätte, die an der vom Lichte abgewendeten Seite einen Schatten zeigen müssten. Ausserdem kann man an den Rändern des Präparats die *Bowman'schen* Lamellen ohne Zwischenlagerung einfach auseinanderweichen sehen. Die feinsten *Henle'schen* Lamellen treten auf gequollnen Präparaten niemals zu Tage, daher es nicht zu verwundern ist, dass ihre Contouren auf diesen Abbildungen fehlen.

Anders verhält es sich mit den *His'schen* Abbildungen der Körperchen. T. I. Fig. 8. bildet er einen flachen Schnitt durch die mittlern Hornhautschichten eines erwachsenen Kaninchens ab, woran die Hornhautzellen als längliche zackige Gebilde mit grossen ovalen granulirten Kernen und übrigens gleichmässig opakem Körper nebst einem Gitterwerk von Ausläufern zu sehen sind. Rings um an den Randtheilen der Cornea sollen in einer Cirkularschicht eigenthümliche Zellen liegen, die auf derselben Tafel Fig. 7 vom Schwein abgebildet werden. Dieses sind noch mehr in die Länge gezogene völlig opake Körper ohne sichtbaren Kern, die hauptsächlich in der Längsrichtung, weniger quere Ausläufer versenden.

Das Maschenwerk von Kanälen mit einzelnen Kernen, das *His* ebenda Fig. 6 als eigenthümliche Zellen der oberflächlichsten Schichte abbildet, kann ich mit *Henle* nur auf ein entleertes Kapillarsystem beziehen, während seine Deutung als Zellen eine sehr gezwungene ist. Vorzüglich wenn die ersterwähnte Abbildung von Fig. 8 und ihre Deutung richtig ist, so hat die *Virchow'sche* Zellentheorie eine bedeutende Stütze gewonnen, wenn auch noch nicht die Abwesenheit aller Lücken gezeigt ist. Uebrigens hat sich *His* nicht allein an die optische Beobachtung gehalten, aus der man namentlich über die hohle oder solide Natur der Ausläufer keine bestimmten Resultate gewinnen kann, sondern hat auch nach andern Beweismitteln für die Zellennatur seiner Körperchen gesucht.

Auf Seite 46 der citirten Arbeit finde ich gesagt: »zum mikrochemischen Nachweis des Albuminats der Hornhautkörper können wir uns der Probe mit Salpetersäure und Kali, der Färbung mit Jod oder wohl auch der *Schulze'schen* Probe mit Zucker und Schwefelsäure bedienen.« Zwar gesteht er noch auf derselben Seite, dass es kaum gelingt, die Zellen mit Salpetersäure und Jod allein zu färben. Immer bekomme auch die Grundsubstanz eine leichte gelbliche Nuance, wahrscheinlich weil auch sie von einer eiweisshaltigen Flüssigkeit durchtränkt sei.

Die Erscheinung, dass bindegewebige Gebilde durch Säuren leicht, durch Jod intensiv gelb gefärbt werden, ist eine so allgemeine, dass es uns wundern muss, hier irgend ein Gewicht darauf in Bezug auf den Nachweis

des Unterschiedes zwischen Zellen und Grundsubstanz gelegt zu finden. Es entsteht übrigens durch Einwirkung von Salpetersäure niemals an einem Theil des eigentlichen Corneagewebs eine so intensiv gelbe Färbung, dass man mit Entschiedenheit auf die Bildung von Xanthoproteinsäure schliessen könnte, ebensowenig lässt sich durch Zusatz von Kali eine rothe Farbe hervorrufen. Das *Schulze'sche* Reagens bleibt auf die Körperchen der Cornea, wie *His* sich selbst hätte überzeugen können, ganz ohne Einfluss. Es gelingt auch nicht durch das *Millon'sche* Reagens, nicht durch koncentrirte Salzsäure einen Unterschied der Färbung zwischen Zellen und Grundsubstanz hervorzurufen. Die Corneakörpercheu verhalten sich hier ganz analog den Knorpelkörperchen, die man bis jetzt sich vergeblich bemüht, durch Reagentien eigenthümlich zu färben. Wenn es scheint, dass sie durch Jod dunkler gefärbt werden, als die Grundsubstanz, so ist dies ebensowohl daraus zu erklären, dass durch jede Färbung des Gewebes die starke Lichtreflexion und Zerstreuung von Seiten der Grundsubstanz gedämpft und die Körperchen in Folge dessen leichter gesehen und schärfer kontourirt werden. Man erreicht ganz dasselbe durch Carmin oder andere Färbemittel. Indessen bei dem Mangel eines völlig sichern und empfindlichen mikrochemischen Reagens auf Proteinstoffe sind wir noch nicht gezwungen, wegen dieser negativen Resultate den Proteingehalt der Körperchen ganz zu leugnen.

Um zu erklären, dass die Körperchen an frischen Schnitten wie an solchen, die mit verschiedenen

Reagentien und Aufbewahrungsmitteln behandelt sind, immer ziemlich das gleiche Ansehn haben »ähnlich matt geschliffnem Glas«, setzt *His* die Hypothese, dass ihr Inhalt aus zwei verschiedenen Proteinstoffen bestehe. Der eine, der dem Fibrin nahe steht, soll gleich nach dem Tode gerinnen, und einer, ähnlich dem Albumin, soll die Ursache sein, dass nach dem Kochen der Inhalt nicht gleichmässig vertheilt, sondern zu kleinen Bröckeln zusammengehäuft erscheint. Dies letztere habe ich in der That nie bemerken können, und finde es auch nirgend aus den *His'schen* Abbildungen hervorgehend. Die gekochten Körperchen sehen wirklich den frischen vollkommen gleich, während die Grundsubstanz allein sich dadurch verändert, aufquillt, heller und durchsichtiger wird.

Was die physikalischen Verhältnisse der Körperchen betrifft, so behauptet *His*, dass nach längerem Kochen in Wasser das zusammenhängende Gerüst der Hornhautkörper in Verbindung mit der *Descemet'schen* Haut zurückbleibt, während die Intercellularsubstanz sich auflöst. In einer so erhaltenen Lösung setzen sich beim Stehenlassen ausser den genannten Gewebstheilen auch noch einige leichte Flocken ab, (p. 41. 46.). Wir vermissen bei diesem Punkte nur die genauere mikroskopische Controle, ob dieses Gerüst wirklich nichts weiter als die Körperchen enthält, und können daher dies Experiment nicht für den netzartigen Zusammenhang aller Zellen beweisend ansehen. Ich habe nie bei diesem Process ein derartiges Gerüste erhalten, was ich mit Sicherheit als ein isolirtes Zellensystem anzusprechen

gewagt hätte. Doch will ich hierauf kein grosses Gewicht legen, weil technische Schwierigkeiten oft die mikroskopische Untersuchung hier sehr erschweren. Auch durch Einwirkung concentrirter oder wenig verdünnter Mineralsäuren will *His* die Intercellularsubstanz vollständig auflösen, so dass die Hornhautzellen nebst *Descemet'scher* Haut allein zurückbleiben. Erst mehrtägige Einwirkung der Säuren soll auch die letztern verschwinden machen. Hier muss ich mich der *Henle'schen* Beobachtung *) anschliessen, dass die Intercellularsubstanz keineswegs so vollständig gelöst wird, dass man die Zellen isolirt liegen sieht, sondern dass dieser Schein nur dadurch hervorgebracht wird, dass die Substanz äusserst hell und durchsichtig wird, aber keineswegs in dem Grade, dass nicht ihre Spalten und schattigen Ränder noch zu Verwechslungen mit Zellen und Ausläufern Anlass geben könnten. Man kann allerdings nach Einwirkung starker Mineralsäuren durch Zerzupfen sternförmige Körperchen wenigstens fragmentarisch aus der erweichten Grundsubstanz isoliren, allein dabei fehlt eben der Beweis für das Anastomosiren der hohlen Ausläufer. Ich habe stets beobachtet, dass die völlige Auflösung nach mehrtägiger Einwirkung von Säuren auf mikroskopische Schnittchen gleichzeitig Körperchen und Grundsubstanz erfasste, wenigstens war nach Auflösung der Grundsubstanz auch kein Körperchen mehr als solches zu erkennen.

Kocht man ein mikroskopisches Schnittchen der

*) Bericht über 1854. p. 18.

Cornea vorsichtig in einem Reagensgläschen, so dass man es von Zeit zu Zeit wieder unter's Mikroskop bringen kann, in verdünnter Essigsäure, so sieht man zuerst die Körperchen dunkler werden, wahrscheinlich nur wegen der Aufhellung der Grundsubstanz. Während letztere sehr rasch aufquillt, scheinen jene anfangs ihre Form nicht wesentlich zu verändern, dann aber quellen auch sie auf, das ganze Gewebe wird blasser, gelblich tingirt, und zuletzt sieht man gleichzeitig von Körperchen und Grundsubstanz sich Flocken ablösen. Die von den Körperchen sich lösenden Flocken scheinen ein wenig dunkler gelb gefärbt, doch lässt sich das nicht mit Sicherheit verfolgen. Bei gleichen Theilen Essigsäure und Wasser dauert dieser Process etwa 15 bis 20 Minuten, und ist um so rascher beendigt, je stärker die Säure war.

Es scheint mir aus den angeführten Daten wenigstens das hervorzugehen, dass die Körperchen keine Proteinsubstanzen sein oder enthalten können, dass sie gegen Reagentien im Anfang etwas stärkern Widerstand leisten als Leim und Chondrin gebende Gewebe, doch nicht so viel wie das elastische.

Es bleibt uns immer noch die Frage nach dem Hohlsein dieser Körperchen und ihrer angeblich anastomosirenden Ausläufer zu erledigen. An Schnittchen, die tagelang in Carminlösung gelegen, war allerdings zu erwarten, dass wenigstens einige Carminkörnchen in Folge der Capillarattraction in die feinen Ausläufer der supponirten Zellen dringen würden. Es wurden frische wie getrocknete Schnittchen hiezu verwandt.

Das ganze Gewebe erschien leicht röthlich gefärbt, die Körperchen deutlicher, weil die Grundsubstanz gequollen und ihre Lichtreflection gedämpft war, aber die Körnchen lagen nur überall an den rauheren Stellen, den Schnitträndern, folgten reihenförmig den Spalten der Grundsubstanz und drangen in spindelförmige Lücken verschiedenen Kalibers hinein, lagen auch deutlich an und auf den Körperchen, aber niemals im innern derselben eingeschlossen.

Im arcus senilis ferner fand ich niemals Fettkörnchen im Innern der Körperchen, wie *Virchow*, *Strube* und *His* angeben. *His* gesteht doch, dass er die fadenförmigen Reihen der Fettkörnchen nicht immer von Zellmembranen umschlossen fand (p. 137), aber er lässt dann die Zellen ganz und gar in Fettkörnchen verwandelt sein. Ich sah sie nur in den Lamellenspalten liegen und die Körperchen waren an diesen Stellen nicht immer deutlich. Aber ob diese es sind, oder ob auch die Grundsubstanz oder einzelne Fasern Veranlassung zur Fettbildung werden, die Frage scheint mir noch nicht entschieden zu sein.

Das oben erwähnte gleichmässige Ansehn der Körperchen im frischen wie im gekochten Zustande, das *His* sehr richtig matt geschliffnem Glase vergleicht, ihr stärkerer Glanz, wenn die Grundsubstanz an Glanz verliert, ihr gewölbtes Hervorragen über die nach energischer Einwirkung von Säuren schlaff einsinkende Grundsubstanz auf mikroskopischen Schnittchen, ferner die Thatsache, dass die Querschnitte der Ausläufer, ihre Bruchflächen, wenn sie abgerissen sind,

sehr häufig eine rundlich gewölbte Fläche zeigen — Alles dieses scheint mir nachdrücklich für die solide Consistenz dieser Gebilde zu sprechen.

Den Kern, den *His* in den Körperchen beschreibt, leugne ich nicht, nur muss ich bezweifeln, dass er durch Aufhellung des Inhaltes mittelst Essigsäure stärker hervortrete und überhaupt jemals so scharf contourirt und deutlich erscheine, wie *His* ihn in der erwähnten Fig. 8 abbildet. Es ist überhaupt nicht ganz leicht, sich von seiner Exsistenz zu überzeugen, da die meisten Körperchen, wie die von *His* Taf. I. Fig. 7. aus der Circularschicht abgebildeten, auf den ersten Blick homogen erscheinen und höchstens in der Mitte eine undeutliche tiefere Schattirung besitzen. Man findet indessen, namentlich in den obern Schichten der Cornea, nahe der vordern elastischen Lamelle, wo alle Elemente kleiner und die Körperchen zahlreicher sind, oft Bilder, die ganz einfach spindelförmigen Zellen gleichen, d. h. eine mittlere Anschwellung und nach zwei Seiten in entgegengesetzter Richtung gestreckte Ausläufer. Man findet zwar keinen Inhalt zwischen Membran und Kern, aber das ursprüngliche Vorhandensein eines Kerns, der vielleicht jetzt mit der Membran verschmolzen, wird eben durch jene Anschwellung, bisweilen auch durch eine schwache Umgrenzung wahrscheinlich. An grössern Körperchen der mittlern und tiefern Schichten bemerkt man häufig einen hellern Fleck in der Mitte, der auch wohl eine ungefähr ovale Begrenzung zeigt. Es sind das keine glänzende Kerne, denn diese müssten bei seitlicher Beleuchtung dunkle Schatten

geben, sondern wirklich dünnere Stellen. Beim Kochen in Essigsäure werden diese Stellen, kurz ehe die ganzen Körperchen sich lösen, zu ovalen Lücken. Sie scheinen anzudeuten, dass hier Kerne atrophirt sind.

Halten wir hiemit die Beobachtung von *Henle* *) zusammen, der an einem 7zölligen Rindsembryo verhältnissmässig sehr grosse kugelähnliche Kerne fand, so unterstützt dies vielleicht die Ansicht von den Cornea-körperchen, dass es ursprünglich Zellen sind, deren Kerne im Lauf des Lebens frühzeitig atrophiren, während die Zellmembran persistirt *(Donders)*.

Betrachten wir nun diese Zellmembran, d. h. den ganzen übrigen Theil der soliden Körperchen ausser dem Kern, so muss ich zunächst gegen *His* bemerken, dass ich ihn niemals platt gedrückt fand. Ich muss entschieden behaupten, dass die Querschnitte der Körperchen stets rundlich oder stumpf dreieckig erscheinen mit abgerundeten Ecken. Die Form des Ganzen vergleichen wir daher am richtigsten einer Spindel oder einer länglichen stumpfkantigen Pyramide. Die Basis dieser Pyramide geht sehr gewöhnlich in zwei dickere Ausläufer über, die Spitze in einen, und von diesen stärkern Ausläufern gehen die meisten queren, seitlichen feinen Zweige ab, weniger vom Körper selbst, ein Verhalten, das *His* ungefähr in derselben Art angiebt und abbildet. Die Ausläufer sind sehr häufig in feinen spiraligen Windungen geschlängelt, doch scheint auf die Stärke dieser Windungen die Präparationsmethode

*) Zeitschr. für rat. med. VII. p. 224.

nicht ohne Einfluss zu sein. War die Quellung des Präparates mässig, so treten die Schlängelungen deutlich hervor; an sehr stark gekochten feinen Schnittchen schienen aber die Ausläufer gestreckter zu sein. Keineswegs sieht man alle Ausläufer sich mit ihren Nachbarn verbinden, sondern sich häufig ohne Anastomosen in der Substanz verlieren. Doch will ich auf dies negative Resultat nicht zu viel Gewicht legen; desto nachdrücklicher muss ich hervorheben, dass sehr oft, wo zwei Ausläufer benachbarter Körperchen einander berühren, sie nicht miteinander verschmelzen, sondern nur sich kreuzen. *His* lässt die Knotenpunkte des Ausläufernetzes auch ein wenig geschwollen sein, als Erweiterungen des Kanalsystems. Diese Knotenpunkte fand ich aber grade wie die eines aus Stricken geflochtenen Netzes. Eine feine Faser schlingt sich um die andere herum, kriecht bogenförmig wie eine Schlange über sie weg und setzt jenseits ungehindert ihren Weg fort.

Im Allgemeinen nimmt die Grösse der Körperchen mit der Dicke der *Bowman'schen* Lamellen gegen die membrana Descemeti hin zu. Die Unterschiede, die dadurch in der Form der Körperchen veranlasst werden, scheinen mir aber nicht hinreichend, um mit *Bruch* *) zwei ganz verschiedene Dinge, elastische Faserzellen und Gefässzellen oder unentwickelte Kapillaren in ihnen zu erkennen. Was das plötzliche Auftreten von Blutgefässen bei Entzündungen der Cornea betrifft, so findet

*) Ueber Bindegewebe. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. VI. 2. 1854.

dies zunächst nur im limbus conjunctivae statt, wo es vollkommen zur Erklärung genügt, dass die im normalen Zustand vorhandnen Kapillaren durch stärkere Anfüllung plötzlich sichtbar werden. In den tiefern Schichten des Cornearandes fand ich die eigentlichen Hornhautgefässe, aus den Gefässen der sclera entspringend, ganz wie *Kölliker* *) sie beschreibt, freilich nur an Kinderaugen, nicht bei Greisen. Aber diese scheinen mir ebenfalls zur Erklärung der bisweilen in der Tiefe sichtbaren Gefässe, wenn diese ohne vorhergegangene Exsudation und Trübung auftreten, auszureichen. Ob jemals in der Mitte der Cornea ganz ohne Zusammenhang mit den Gefässen des Randes Kapillaren sich entwickeln können, dürfte wohl noch sehr zweifelhaft sein trotz mancher dahin gehender Angaben. **) Ich muss gestehen, dass ich sie stets vom Rande ausgehen sah.

Die Anordnung der Körperchen ist nach *His* (p. 37) derart, dass sich jeweilen vier, sechs, neun, sechszehn zu einem rhomboidalen Felde in der Weise zusammengestellt finden, dass je ihre Längs- und Querachsen parallel zu einander stehen, dass also immer zwischen vier Zellen ein ebenfalls rhomboidales Feld von Intercellularsubstanz frei bleibt, das seinerseits wieder durch das Gitterwerk der Ausläufer in rhomboidische Maschen getheilt wird. Wenn diese rhomboidalen Felder, wie es die Ansicht von *His* zu sein scheint, in einer und derselben Ebne sich befinden sollen, so weiss ich nicht, wie sich

---

*) Handbuch der Gewebelehre. 1855. 2. Aufl. p. 624.

**) *Stellwag v. Carion* Ophthalmologie. p. 74. 75.

hiemit die von *His* angenommene Anordnung der Intercellularsubstanz verträgt. Wenn es richtig ist, dass diese aus gekreuzten Bändern von einer gewissen Breite und Dicke besteht, und die Körperchen zwischen ihnen parallel ihrer Spaltrichtung gelagert sind, so lässt es sich nicht gut denken, dass eine grössere Zahl derselben aus verschiedenen Richtungen zu einem Felde vereinigt sind. Diese Schwierigkeit ist aber leicht zu beseitigen, wenn man die Anordnung in Feldern aufgiebt, und beobachtet, wie mir dies in den meisten Fällen gelang, dass die in verschiedner Richtung gelegnen Körperchen verschiednen Ebenen angehören. Durch Veränderung des focus konnte ich an feinen Flächenschnitten von Holzessigpräparaten 7 bis 10 verschiedene Richtungen erkennen, in denen die Körperchen der verschiedenen Schichten lagen; sie kreuzten sich unter den verschiedensten Winkeln; die Körperchen aus einer Ebne aber schienen untereinander streng parallel zu sein. Es erklärt sich aus dieser Anordnung auch, warum es so sehr schwer ist, aus vertikalen Schnitten eine bestimmte Ansicht über die Form der Körperchen zu gewinnen. Wegen der mannigfaltigen Stellung ihres Längendurchmessers muss man sie bei jedem Vertikalschnitt in den verschiedensten Richtungen quer durchschneiden, während man nur eine gewisse Anzahl im Längsdurchmesser zu sehen bekommt. Daher auch die Uebereinstimmung aller Vertikalschnitte in ihrem Ansehen, mag man sie parallel dem Rande, oder in radiärer Richtung geführt haben. Im Allgemeinen sieht man die Körperchen zwischen den *Bowman'schen* Lamellen

liegen, bisweilen auch in der Dicke derselben und namentlich Ausläufer sieht man dieselben oft schräg durchsetzen. Aber der übereinstimmende Charakter der Körperchen lässt sich nur auf dem Flächenschnitt erkennen.

Wir haben nun noch zu untersuchen, warum die verschiedenen Forscher zu so verschiedenen Resultaten über die Anordnung der Grundsubstanz gelangten, wie wir sie oben erwähnt haben.

In die vollkommene Richtigkeit der Beobachtungen von *Henle* über den lamellären Bau der Cornea, die *Dornblüth* im ausgedehntesten Maasse bestätigte und ausführte, ist kein Zweifel zu setzen, wie ich mich selbst überzeugte. Allein ich muss sogleich bemerken, dass man nur dann zu diesem Resultate kommt, wenn man getrocknete, in Chromsäure erhärtete oder jedenfalls möglichst wenig gequollne Präparate benutzt. So sehr diese Methode auch das für sich zu haben scheint, dass die Elementartheile am wenigsten durch sie aus ihrer normalen Lage gebracht werden, so müssen wir doch auf die Veränderungen eingehen, die die Anordnung der Elemente beim stärkern Quellen durch Kochen in Wasser oder Essigsäure oder durch Aufbewahren in Holzessig erleiden. Es ist wenigstens a priori trotz *Henle's* Spott über die essigsauren im Gegensatz zu den trocknen Beobachtern, nicht auszuschliessen, dass durch das Auseinanderrücken der Elementartheile im Quellungsproeesse nicht vielleicht eine Anordnung derselben mikroskopisch deutlich werde, die sich im

dichteren Zustand des Gewebes nicht so leicht erkennen lässt, aber dennoch eine Bedeutung für denselben hat.

Handelt es sich lediglich um den Streit, ob die Grundsubstanz eine ganz homogene oder aus Lamellen zusammengesetzte sei, so müssen wir uns unbedenklich für die Lamellen entscheiden, denn der Anschein der Homogeneität kann nur dadurch hervorgebracht werden, dass die Lamellengrenzen im Quellungsprocesse verschwinden, oder mit Zellausläufern verwechselt werden. Allein *His* beschreibt eine Anordnung der Grundsubstanz, die im Wesentlichen ganz mit den Beschreibungen älterer Autoren *) von verflochtenen Faserbündeln übereinstimmt und auch von den meisten neuern Histologen angenommen wird. Freilich sind diese plattgedrückten Bündel lediglich das Resultat einer fakultativen Spaltbarkeit der Grundsubstanz während des Lebens, die durch die einseitige Entwicklung der Zellen in verschiedenen Richtungen bedingt wird. Dieser Unterschied scheint mir jedoch ein rein theoretischer. Auch *Pappenheim* (a. a. O. p. 55) konnte die feinsten Elemente der Cornea nur mühsam darstellen, während er die Fibrillen der Sclerotica leicht zu isoliren fand. Manche Fasern, sagt er, werden erst durch Kali sichtbar. Das Abweichende der *His'schen* Ansicht ist aus seiner Auffassung der Entwicklungsgeschichte genommen, der wir schon wegen unsrer abweichenden Ansicht über die Natur der Zellen nicht beistimmen können. Auch ich fand den Längsdurchmesser der

*) *Pappenheim* Gewebelehre des Auges. Breslau 1842. p. 56. 57.

Körperchen stets parallel gestellt mit einer feinen Streifung der Grundsubstanz, die der Ausdruck ihrer Spaltbarkeit in dieser Richtung oder ihrer Zusammensetzung aus Fibrillen war, denn diese beiden Vorstellungen finde ich im Grunde gleichbedeutend. Aber aus diesem Parallelismus kann ich ohne Weiteres keinen Grund nehmen, weshalb die Streifung der Grundsubstanz von der Richtung der Körperchen abhängig sein soll, da ebensowohl das Umgekehrte stattfinden könnte. Diese Entscheidung kann nur durch endgültige Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte, nicht allein in Bezug auf die Structur der Cornea, sondern auf die Textur des Bindegewebes im Allgemeinen herbeigeführt werden.

Die feine Streifung der Grundsubstanz in gewissen sich horizontal (parallel den Grenzflächen) durchkreuzenden Richtungen, denen auch die Körperchen parallel gestellt sind, ist aber eine Thatsache, die in der *Henle'schen* Schilderung der Lamellen unbeachtet bleibt. Ebenso ist es nicht zu leugnen, dass man beim Zerzupfen der Präparate stets Bänder von verschiedener Breite, aber von auffallend parallelen Seitenlinien bekommt, was aus der Annahme homogener Lamellen nicht allein zu erklären ist. *Dornblüth* sucht diese Erscheinung so zu erklären, dass er eine Zusammensetzung der feinsten Lamellen aus Fibrillen annimmt, die, von den Bindegewebsbündeln der Sclerotica ausstrahlend, gegen die Mitte hin immer inniger mit einander verschmelzen, bis sie zuletzt wirklich ganz

homogene Platten darstellen.*) Hiergegen habe ich zunächst nur den Einwand zu machen, dass ich auf Flächenschnitten von der Mitte der Cornea die Grundsubstanz in demselben Maasse mit parallelen schichtweis gekreuzten Streifen versehen fand, wie am Rande.

His macht aber auch auf vertikalen Schnitten (T. II. Fig. I.) durch Beobachtungen bei polarisirtem Licht es wahrscheinlich, dass eine Kreuzung von Bändern verschiedener Spaltrichtung stattfinde. *Von Wittich* **) injicirte mit Indigokörnchen spindelförmige Räume in der Cornea, die in gekreuzter Richtung verliefen, und die *Henle* gewiss mit Recht für Lücken erklärt. *Dornblüth* ist freilich geneigt, die Bilder von Querschnitten, die auf der *His'schen* Abbildung bei polarisirtem Lichte dunkel erscheinen, während die parallelen Lamellen das Licht hell durchlassen, für Lücken zu erklären, die leicht durch Manipulationen zu erzeugen seien. Allein das dünkt mich ist doch der Beurtheilungsfähigkeit von *His* zu nahe getreten, da Zahl und Umfang der Lücken doch immer zu bedeutend wären, wenn auch *Dornblüth* richtig zu bedenken giebt, dass auf dem Bilde die horizontale Streifung im Ganzen überwiegt. Es ist übrigens nichts weiter nothwendig, als starkgequollene Holzessigpräparate zu durchschneiden, um ganz dieselben Bilder zu erhalten, ohne dass eine Verwechslung mit Lücken weiter möglich ist. Durch die Einwirkung des Holzessigs wird die Widerstandskraft der Substanz gegen die

*) Nachtrag über d. Bau d. Corn. oculi in *Henle* u. *Pfeuffer's* Zeitschr. VIII. p. 168.

**) S. o. p. 5.

Messerklinge verändert. Sie lässt sich nicht mehr gleich gut in allen Theilen schneiden, sondern während die Schnittfläche glatt wird, wo die ursprüngliche Spaltrichtung der Substanz mit ihr zusammenfällt, bekommt man eine rauhe quergestreifte Schnittfläche, wo man die Spaltrichtung quer oder schräg getroffen hat. Die so erhaltenen vertikalen Durchschnitte gleichen ganz der von *His* gegebenen Abbildung auch ohne Polarisation des Lichtes und während auf radiär geführten Schnitten in der Nähe der Sclerotica, wie bei *His*, die Zahl der glatten horizontalen Streifen überwiegt, kehrt sich dies Verhältniss gerade um, wenn man parallel dem Rande und nahe an demselben schneidet.

Dürfte man sich bei dieser Methode beruhigen und aus diesen Bildern allein auf die Anordnung der Elemente schliessen, so wären schnell alle Schwierigkeiten beseitigt. Man erkennt mit Leichtigkeit platte, sich grob verzweigende, öfters theilende Bündel, die, von der Fläche gesehen, sich in allen Richtungen durchkreuzen und von parallel anliegenden Körperchen begleitet werden, während man dem entsprechend auf vertikalen Schnitten, die Bündel, wie die Körperchen, bald in der Längsrichtung, bald quer oder schräg getroffen findet. Durch den Quellungsprocess kann man sich den Querschnitt nur in der Weise verändert denken, dass er aus seiner ursprünglich lanzettlichen plattgedrückten Form dem rundlichen Gewölbten sich nähere. Damit stimmt die Richtung der spindelförmigen Lücken *v. Wittich's*, die man sich leicht zwischen den Bündeln denken kann, überein. Damit stimmt ferner

die Beobachtung überein, die ich an gekochten Schnittchen machte, indem ich sie mit Unterbrechung des Kochens von Zeit zu Zeit mikroskopisch untersuchte. Während nämlich anfangs die Contouren der *Bowman'schen* Lamellen ziemlich parallel verliefen und die Körperchen zwischen ihnen dieselbe regelmässige Anordnung zeigten, so wurden während des Aufquellens und während die Grenzhäute parallel blieben und alle etwaigen Lücken verschwanden, nicht etwa die *Bowman'schen* Lamellen gleichmässig dicker, sondern ihre Contouren verschwanden und die Körperchen, die sie noch allein begränzten, wurden immer stärker aus ihrer parallelen Ordnung verrückt, fingen an, sich schräg zu stellen und jede Regelmässigkeit zu verlieren. Die Grundsubstanz ward dabei immer gleichmässiger, so dass hier keine Unterscheidung verschiedener Spaltrichtungen gemacht werden konnte. Endlich erklärt sich durch diese Auffassung am ungezwungendsten der Zusammenhang der Cornea mit der Sclerotica. Die mehr rundlichen Bindegewebsbündel, die sich in der letztern verflechten, bedürfen beim Uebertritt in die Cornea lediglich einer stärkern Abplattung und zugleich mit ihrer chemischen Veränderung eines innigern Zusammenhangs ihrer durchsichtigen Fibrillen, um uns die Construction der Cornea zu erklären. Jede andere Auffassung, namentlich die des streng lamellären Baues, bietet unstreitig grössere Schwierigkeiten, um den Zusammenhang und Uebergang zwischen beiden Membranen sich vorzustellen.

Freilich ergeben die Ansichten über die Art dieses

Ueberganges auch deswegen Abweichungen, weil man sich die Selerotica nicht überall gleich zusammengesetzt denkt. *Reichert**) fand an ganz feinen Schnittchen gar keinen Unterschied zwischen Cornea und Sclerotica. Beide stellten eine glashelle, structurlose Lamelle dar. Erst an etwas dickeren Schnittchen (der getrockneten Präparate) konnte er die in Berührung gerathenen Substanzen deutlich von einander unterscheiden, indem »die dichtgedrängten dunklen Streifen der Selerotica mit der dazwischen gelegnen einförmigen Substanz unmittelbar in die Cornea sich fortsetzten, so zwar, dass dieselben gleichzeitig allmählich auseinanderwichen, weiter von einander abstanden, unregelmässiger wurden, während in eben demselben Grade die nicht gestreifte Substanz in der Cornea überwog.« Nach getrockneten Präparaten beschreibt auch *Dornblüth* (a. a. O. p. 220) den Uebergang und liefert eine entsprechende Abbildung (Fig. 15). Nach ihm gehen die *Bowman'schen* Lamellen mittelst wellig geschwungener Faserzüge, zwischen denen bald auch haufenweise Querschnitte rundlicher Bindegewebsbalken auftreten, allmählich in den Faserfilz der Selerotica über. Diese wellig geschwungenen Faserzüge, der Abbildung (Fig. 15) genau entsprechend, bekam ich ebenfalls an getrockneten Präparaten, aber nur an diesen, häufig zu Gesicht, allein ich konnte sie niemals anders deuten, als durch eine wellenförmige Runzelung der ganzen Schnittfläche

---

*) Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung etc. Dorpat 1845. p. 86.

hervorgebracht. Sie wird durch den verschiedenen Widerstand bedingt, den die getrocknete Selera dem Messer entgegensetzt, was die Cornea glatt durchschneiden konnte. Man sieht auf sehr sorgfältig mit sehr scharfem Messer geführten Schnitten diese wellenförmigen Schwingungen nicht, und die *Bowman'schen* Lamellen setzen sich scheinbar ganz gleichmässig auf die Selera fort, höchstens dadurch an der Grenze sich verändernd, dass sie, wie *Reichert* beschreibt, eine dichtere dunklere Streifung zeigen. Erst im weitern Verlauf verlieren sie ganz allmählig dies regelmässige Ansehn.

Hier ist es nun hauptsächlich, wo uns der Werth der Methode des Trocknens verdächtig wird, wenn wir nicht schon bei der Betrachtung der Cornea darauf geführt wurden. Die Sclerotica wird im Allgemeinen von allen Forschern gleichmässig als ein Flechtwerk rundlicher Bindegewebsbalken aufgefasst, *) abgesehen von der Bedeutung, die man den dazwischen liegenden Zellen zuschreibt. Auch *Henle* und *Dornblüth* theilen im Wesentlichen diese Ansicht. Aber schon die Betrachtung mit blossem Auge zeigt, dass der Uebergang scharf und plötzlich stattfindet und eine bedeutendere Verschiedenheit der Gewebe verlangt, als die getrockneten Präparate nachweisen. Wenig gequollne Präparate, an denen die *Bowman'schen* Lamellen noch deutlich und regelmässig sich von einander abgränzen, lassen auch keine Spur einer gleichmässigen Fortsetzung derselben

*) *Kölliker*, Handbuch der Gewebelehre. 1855. p. 619.

auf die Sclerotica erkennen. Man vermag hier auch unterm Mikroskop die Grenze beider Gewebe eben so scharf wie makroskopisch zu ziehen. Zwar ist sie durch keine Linie angedeutet, aber die Anordnung der Elemente stellt sich plötzlich als eine andere dar. Während die Cornea wesentlich durch parallele Linien sich auszeichnet, die die Lamellen begrenzen, und in denen die Körperchen meistens gereiht sind, verschwindet in der Sclerotica dieser Parallelismus der Zeichnung. Die Körperchen, die man auf angesäuerten oder gekochten Schnittchen deutlicher sieht, zeigen vorwiegend Querschnitte und scheinbar gar keine regelmässige Stellung. Wo sie in der Längsrichtung sich darstellen, laufen sie nicht mehr den Grenzflächen, sondern höchstens mit ihren nächsten Nachbarn parallel. Zwischen solchen Reihen paralleler Körperchen, die hie und da auftreten und meistens schräg die Dicke der Sclerotica durchsetzen, sieht man die Grundsubstanz auch leicht in derselben Richtung gestreift. Zwischen den querdurchschnittnen Körperchen aber erscheint die Grundsubstanz von kreisförmigen oder ovalen mehr oder weniger deutlichen Linien in Maschen getheilt. Lücken konnte ich wenigstens an leicht gequollnen Präparaten nicht erkennen, aber die Begrenzung der Maschen kam dadurch zu Stande, dass feine geschwungene Querausläufer der Körperchen noch von mehreren blassen Linien begleitet wurden. Schnitte parallel mit dem Cornearande lehrten nun sehr leicht, dass die rundlichen Maschen, die schon dicht an der Corneagrenze zahlreich auftraten, Querschnitte von Bindegewebsbündeln seien,

die sich mit andern radiär gestellten verflochten und von Körperchen begleitet wurden, die denen der Cornea völlig glichen, vielleicht nur etwas stärkere Ausläufer besassen. Auf dem Längsschnitt dieser grob sich verzweigenden Bündel trat meistens sehr leicht eine feine Längsstreifung hervor. An denselben radiär geführten Vertikalschnitten von getrockneten Präparaten, die die Fortsetzung der parallelen Zeichnung von der Cornea auf die Selerotica gezeigt hatten, trat, sobald sie gekocht wurden, in der letztern das den Parellismus durchbrechende rundliche Maschenwerk auf, während in der Cornea noch die parallelen Linien blieben. Bei etwas längerem Kochen wurden diese auch in der Cornea in der Weise, wie wir es oben (p. 30) beschrieben, verändert. Die Exsistenz dieser rundlichen Bindegewebsbündel in der Sclerotica schon in der unmittelbaren Nähe der Grenze, die durch die Erscheinungen an leicht gequollnen Präparaten sich uns darstellen, ist nicht wohl zu leugnen. Aber durch die Eintrocknung der Gewebe wird sie dem Auge verdeckt. Die Körperchen treten auf getrockneten Präparaten niemals ganz deutlich hervor, ihre Ausläufer verschwinden fürs Auge beinahe ganz. Daher lässt sich zum Theil der bedeutende Unterschied der Ansichten über die Körperchen erklären. Während *Reichert* in der Cornea nur hin und wieder dunkle Flecken sah, die Kernrudimenten zu entsprechen schienen, und *Henle* und *Dornblüth* nirgends ganz genau die Form der Körperchen beschrieben, so wurden die Beobachtungen über das verzweigte Zellennetz von *Virchow* zuerst an gekochten

Präparaten gemacht. Ausser den Körperchen werden durch das Trocknen auch die kreisförmigen Linien undeutlich, die den Querschnitt der Bindegewebsbündel umgrenzen, und die ich aus unten angeführten Gründen für elastische Verdichtungen der Substanz halte. Es liegt mit einem Worte die nicht wegzuleugnende Thatsache vor uns, dass hier beim Uebergang der Cornea in die Selerotica durch das Trocknen eine den Grenzflächen parallele Streifung hervorgerufen wird, die zu Täuschungen über die wirkliche Anordnung der histologischen Elemente Veranlassung giebt. Jene lamelläre Structur der getrockneten Schnitte, die weiterhin in der Sclerotica unregelmässig wird, findet ihren Grund gewiss darin, dass im Allgemeinen die Netze der Bindegewebsbündel in der Nähe der Cornea in parallelen Schichten aufeinander liegen und weiterhin sich auch in auf und absteigender Richtung inniger verflechten, aber nichts desto weniger wird die feinere Anordnung der Bündel durch das Trocknen der Präparate verdeckt.

Von hier aus halte ich es nun für erlaubt, einen Rückschluss auf die Verhältnisse in der Cornea zu machen, und zu behaupten, dass die feinsten *Henle'schen* Lamellen ein Product der innern Verschmelzung des Gewebes beim Trocknen seien. Wir fussen hiebei lediglich auf der Zusammenfassung aller angeführten Thatsachen. Die platt gedrückten Bündel der Cornea verflechten sich nach den verschiedensten Richtungen, die man auf Flächenschnitten an der mannigfaltigen feinen Streifung der Grundsubstanz und der Stellung der begleitenden Körperchen erkennt. Der Verlauf der ein-

zelnen bleibt dabei im Ganzen parallel mit den Grenzflächen der Hornhaut, so dass ihre Netze als Analoga der sogen. *Bowman'schen* Lamellen parallel aufeinandergeschichtet sind. Sie werden nicht wie die Scleroticabündel von elastischen Hüllen eingeschlossen, und sondern sich deswegen optisch schwieriger von einander, verschmelzen auch leichter mit einander beim Eintrocknen. Werden sie gezerrt, so zerlegt man sie schwieriger in Fibrillen als die Scleroticabündel, und jene Fibrillen zeigen sich stets steifer, grader und unbiegsamer als diese, eben wie an den grössern Fragmenten der Bündel die geometrisch gradlinigen Seiten auffallend sind.

Wohl ist es mir bewusst, dass ich mit diesem Resultat nichts Unerhörtes und Neues ausspreche. Schon die von *Pappenheim* angenommenen Parthiegitter der Cornea entsprechen im Wesentlichen meiner Auffassung der Grundsubstanz und *Valentin, Huschke, Krause, Weber, Kölliker* u. a. reden von anastomosirenden Faserbündeln, die ungefähr mit meinem Befund übereinstimmen. Aber auch die entgegengesetzten Ansichten zu prüfen, den Grund ihrer Abweichung zu erklären, und durch die Untersuchung der histogenetischen Bedeutung der Elemente das Wahre im Widerstreitenden zu finden und zu vereinigen, das war meine Bemühung.

Nun ist es selbstverständlich, dass die meistens an Erwachsenen gemachten histologischen Beobachtungen, erst durch das Studium der Entwicklungsgeschichte zu derjenigen Sicherheit und innern Klarheit gebracht

werden können, die die Wissenschaft verlangt. Hier muss ich mich indessen sogleich für incompetent erklären, aus eignen Beobachtungen ein durchgreifendes Urtheil zu fällen. Indessen vereinigt *Albert Baur* *) in neuster Zeit die abweichenden Ansichten der heutigen Embryologen über die Bindesubstanzen in einer Weise, die auch vielfach mit meinen fragmentarischen Beobachtungen übereinstimmen. Wenn wir nun nach dem Vorausgeschickten keinen Anstand nehmen, die Corneakörperchen mit den Spiralfasern des Bindegewebs zu identificiren, mit denen sie das Loos, mit *Virchow'schen* Bindegewebskörperchen zusammengebracht zu werden, theilen, so würden sie nach der Deduction von *Baur* als elastische Verdichtungen der Grundsubstanz um die ursprünglichen ovalen Kerne, die nur für die Zeit der ersten Entwicklung eine Bedeutung haben, aufzufassen sein. Die oben erwähnte *Henle'sche* Beobachtung grosser Kerne in der fötalen Cornea würde hiemit völlig übereinstimmen. Diese Bildung und Ausscheidung elastischen Stoffes von Seiten der Grundsubstanz schreitet mit der Zunahme und Consolidirnng des ganzen Gewebes fort. Während die fötale Sclerotica noch keine Umhüllung ihrer Bündel mit elastischen Grenzschichten zeigt, treten sie beim Neugebornen spurweise auf, um beim Erwachsnen immer dicker zu werden und deutlicher auf Querschnitten jenes rundliche Maschenwerk darzustellen. **) Während die Corneabündel nicht

*) Die Entwicklung der Bindesubstanz. Tübingen 1858.

**) Vergl. *Klopsch* Unters. über die umspinnenden Fasern in *Müller's* Arch. 1857. p. 417.

in gleicher Weise durch elastische Grenzschichten von einander getrennt werden, bildet sich anfangs nur an ihrer Innenseite die *Descemet'sche* Membran, die sich mit zunehmendem Alter schärfer von der Corneasubstanz absondert. Die vordre elastische Lamelle fand ich am beinah reifen Kaninchen-Fötus noch nicht, am Neugebornen als sehr schmalen Saum angedeutet, und mit dem Alter fand ich sie in der Weise zunehmen, dass sie am Auge einer 70jährigen an Dicke der *Descemet'schen* Membran glich, und sich eben so scharf wie diese gegen die eigentliche Corneasubstanz abgrenzte. Ebenso findet mit dem zunehmenden Alter eine Vermehrung der *Bowman'schen* Stützfasern statt, die ich am Neugebornen vermisste. Ihre optischen Eigenschaften lassen sie mit der vordern elastischen Lamelle, mit der sie auch kontinuirlich zusammenhängen, völlig übereinstimmen. Mit der allmählich an Schärfe zunehmenden Abgrenzung der Glashäute gegen die Corneasubstanz scheint mir auch am einfachsten der Streit, ob ihnen einfache oder doppelte Contouren zuzuschreiben, geschlichtet zu werden.

Druck von C. Boldt.